

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Lasse Pulkkinen

OMAKOTITALON RAKENNUSMENETELMIEN KUSTANNUSVERTAILU

Opinnäytetyö
Tammikuu 2014



OPINNÄYTETYÖ
Tammikuu 2014
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80100 JOENSUU
(013) 260 6800

Tekijä
Lasse Pulkkinen

Nimeke
Omakotitalon rakennusmenetelmien kustannusvertailu

Toimeksiantaja: Janne Väättäinen

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä vertailtiin kolmen eri rakennusmenetelmän kustannuksia. Vertailua varten tehtiin tarjouspyynnöt neljälle eri talotoimittajalle. Pitkästä tavarasta laskettaessa tehtiin Excel-pohjainen laskuri määrien ja työkustannuksien laskentaan. Tarkoituksena oli vertailla tasapuolisesti kaikkien tarjouksien pohjalta saatuja tietoja sekä laskennan kautta saatuja tuloksia. Tuloksien perusteella toimeksiantaja tulee miettimään sopivaa vaihtoehtoa itselleen.

Tiedot laskentaohjelmaan saatiin jälleenmyyjien hintojen perusteella sekä eri tarjouksista sisältäen kattokannattimet, ovet ja ikkunat. Kustannusvertailu käsittää sokkelin yläpinnasta ylöspäin olevat rakenteet ilman LVISA-materiaaleja tai töitä. Yleistä tietoa kustannuksien muodostumisesta hankittiin kirjallisuudesta sekä internetistä.

Laskennan ja tarjouksien vertailun tuloksien perusteella kaikki tarjoukset olivat lähellä toisiaan. Kuitenkin kustannustehokkaimmaksi rakennustavaksi selvisi paikalla rakennettu (pitkä tavara), joka oli seuraavaan vaihtoehtoon verrattuna noin 10 % halvempi.

Jatkokehittelynä aiheesta voisi olla energiatehokkuuden ja ilmanvuotolukujen vertailu ja näiden erojen vaikutus kustannuksiin rakenteita valittaessa.

Kieli
suomi

Sivuja	40
Liitteet	3
Liitesivumäärä	10

Asiasanat
Kustannus, vertailu, paikalla rakennettu, suurelementti, pre-cut, omakotitalo

**THESIS****January 2014****Degree Programme in Civil Engineering**

Karjalankatu 3

FI 80100 JOENSUU

FINLAND

(013) 260 6800

Author

Lasse Pulkkinen

Title

Cost Comparison of Detached House Construction Methods

Commissioned by Janne Väätäinen

Abstract

The thesis examined cost comparison of three different construction methods. For comparison tenders from four different house suppliers were requested. When calculating long timber, an Excel-based counter was made to calculate the quantities and the working expenses. The aim was to compare the balance between all the tenders as well as the calculation results on the basis of the information obtained. Based on the results the client will be able to consider the most suitable alternative.

The data was transferred into an Excel -based counter including the dealers' prices and different offers including roof trusses, doors and windows. The cost comparison included the upper surface of the plinth facing up structures without the HVAC materials or work. General Information on costs was received from the literature as well as on the internet.

The calculations and comparisons of all the tenders were close to each other. However, on the basis of the results it can be concluded that the most cost-effective way of building was on site built (long timber), which was ca. 10% cheaper when compared to the next option.

The subject of further development could handle energy efficiency and air leakage comparison and the effect of differences in the costs, when choosing structures.

Language

Finnish

Pages

40

Appendices

3

Pages of Appendices

10

Keywords

A cost, comparison, the site-built, prefabricated unit, pre-cut, detached house

Sisältö

Tiivistelmä

Abstract

Käsitteet

1	Johdanto	7
1.1	Työn tausta	7
1.2	Työn tavoitteet	7
1.3	Työn rajaus	8
2	Rakennusmenetelmät	8
2.1	Paikalla rakennettu -menetelmä.....	8
2.2	Pre-cut-menetelmä.....	9
2.3	Suurelementtimenetelmä	9
3	Rakennuskohteen kustannuksien muodostuminen.....	10
3.1	Kustannuksien jakaantuminen	12
4	Määrälaskenta.....	14
4.1	Kustannusvertailun sisältö	14
4.1.1	Laatu	15
4.1.2	U-arvon toteaminen sallittujen määräyksien mukaiseksi.....	16
4.2	Laskentamenetelmä sekä pinta-alat rakennuksesta	18
4.3	Ulkoseinien määrälaskennan toteutus	19
4.4	Määrälaskennan toteutus yläpohjassa	21
4.5	Ovien ja ikkunoiden tarjouspyyntö.....	22
4.6	Kattokannattimien tarjouspyyntö	22
5	Kustannuslaskenta.....	23
5.1	Kustannuslaskelmien toteutus	23
5.2	Excel-tilukun käyttö työkuuannuksien laskennassa.....	24
5.3	Talopakettien tarjouspyyntöjen materiaalisältö.....	25
5.4	Tarjouspyyntöjen asennussältö	27
6	Tulokset	28
6.1	Tarjoukset pre-cut-toimittajilta	28
6.2	Tarjoukset suurelementtitoimittajilta	31
6.3	Pitkästä tavarasta laskettuna materiaali ja työkuuannukset	33
6.4	Rakenteiden materiaali ja työkuuannukset.....	34

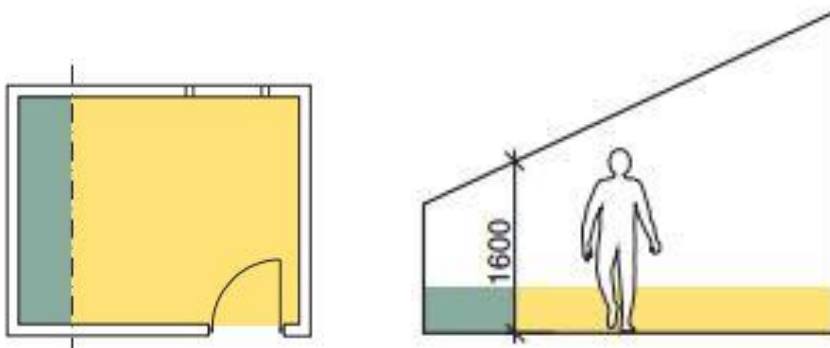
6.5	Tarjouksien yhteenveto	35
6.6	Tulosten analysointi	36
7	Pohdinta.....	38
	Lähteet	40

Liitteet

Liite 1	Materiaalitaulukko
Liite 2	Työmenekit
Liite 3	Laskennan piirustukset

Käsitteet

Huoneistoala	yleisesti laskettaessa huoneistoala käsittää huonealojen summan poislukien kantavien väliseinien summan sekä pystysuoran osan huoneessa (kuva 1), joka on alle 1600 mm. (RT 12–11055, 2011.)
Kerrosala	jokaisen kerroksen yhteenlaskettu pinta-ala ulkoseinien ulkopintaan saakka.
Materiaalihukka	virheellisistä suunnitelmista, käytöstä, työtavoista jne. syntyvää käyttökeltvotonta materiaalia työkohteessa.
RATU-kortisto	Rakennustieto Oy julkaisemia tuotannon suunnitteluun tarkoitettuja ohjeellisia kortteja sisältäen mm. menekkien ja määrien laskentaa.
Talo 90 -nimikkeistö	talonrakennustoiminnan kattava yleisnimikkeistö. Tähän kuuluu työlajit esimerkiksi Puutyöt ja siihen sisältyvät eri suoritetyöt esimerkiksi puurunkotyö tai väliseinätyö jne.
Työmenekki	työn valmiiksi saamiseen kuluva aika yksikköä kohden esimerkiksi tth/m ²



Kuva 1. Huoneistoala (RT 12–11055, 2011.)

Tarkemmat selitykset pinta-aloista löytyvät RT kortista 12–11055, joka pohjautuu standardiin SFS 5139.

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Omakotitalon rakennusprojektiin ryhtyvä rakentaja miettii, mikä olisi hänelle sopivin vaihtoehto rakennusmenetelmistä. Yleensä valittaessa sopivaa rakennusmenetelmää vaakakupissa ovat kustannukset painavimpana syynä. Tästä syystä halusin perehtyä omakotitalon kustannuksien muodostumiseen ja selvittää tarjouksien perusteella sekä laskelmilla kustannuksien muodostumisen omakotitalossa ja vertailla niitä keskenään.

Opinnäytetyössäni tutkin kolmea eri rakennusmenetelmää ja vertailin niiden kustannuksia. Tavoitteena oli selvittää ”pitkän tavarán”, pre-cut sekä suurelementtirakennusmenetelmien kustannuksien muodostuminen. Tulospohjaa sain kerättyä eri toimittajien tarjouksista pre-cut ja suurelementtimenetelmin rakennettaessa. Pitkästä tavarasta rakennettaessa selvitin määrät ja työmenekit, joiden perusteella sain laskettua kustannukset.

Opinnäytetyöni sain toimeksiantona laskeakseni kustannukset tilaajan valmiiden kuvien perusteella. Materiaali- ja työmenekit lisäsin Excel-pohjaisiin taulukoihin, joita tilaaja voi halutessaan käyttää mahdollisten muutoksien tullessa.

1.2 Työn tavoitteet

Tavoitteena työssäni oli käsitellä ja vertailla omakotitalon rakentamisessa syntyviä kustannuksia kolmen eri rakennusmenetelmän välillä. Tavoitteena oli myös osoittaa, mikä tutkimistani menetelmistä oli tilaajan kannalta edullisin vaihtoehto. Lisäksi tarkoituksena oli vertailla saatuja tuloksia keskenään materiaali- ja asennussisältöjen suhteen.

1.3 Työn raja

Tasavertaisten vertailutuloksien saavuttamiseksi työni käsittää niin sanotusti maanpinnan yläpuoliset rakenteet, lähtien sokkelin yläpinnasta ylöspäin.

Maanrakennustöitä, anturoita, sokkelia ja maan alle tulevia eristyksiä ei ole laskettu vertailussa, koska tarjoukset eri yrityksiltä käsittävät juuri sokkelipinnasta ylöspäin olevat rakenteet. Maanvaraiset rakenteet ovat samat jokaisen vaihtoehdon kohdalla, joten niillä ei ole vaikutusta kustannusvertailuun.

Rakennuksen sisäpuolisia tilaosia en huomionut kustannusvertailussa, koska vaihtelu materiaalien laatutason välillä on suurta, mikä vaikuttaa hintatasoon. Rakentajilla on erilaiset mieltymykset eri pintamateriaaleihin seinissä, lattiassa sekä katossa, joten varustelutaso vaihtelee suuresti vaikuttaen kustannuksien muodostumiseen.

LVISA- töitä tai materiaaleja ei myöskään huomioitu laskelmissa ja vertailuissa.

2 Rakennusmenetelmät

2.1 Paikalla rakennettu -menetelmä

Paikalla rakentamisella tarkoitetaan rakennuksen kantavan rungon rakentamisen työmaalla kaikkine työvaiheineen. Puurakenteisessa talossa sahatavara ostetaan yleensä jälleenmyyjiltä. Jälleenmyyjiltä saatava sahatavara on yleensä 2,7–5,4 jm, ja mitat ovat 30 cm jaollisia pituuksia. Yleisimmin nykyään käytettävä runkotavara on mitallistettua sahatavaraa, joka on karkeahöylätty mittatarkaksi. Ajallisesti paikalla tehdyllä menetelmällä työmenekit ovat suurimmat eri työvaiheista johtuen sekä materiaalihukan määrä työmaalla on suurempi muihin menetelmiin verrattuna. Nykyään käytettävä runkotavara on lujuusluokiteltua,

joten sen on täytynyt olla CE-hyväksyttyä 1.7.2013 lähtien. (Puuinfo.fi, 2010a; Puuinfo.fi, 2010b.)

Omakotitaloista yli kahdeksan kymmenestä rakennetaan puurungolle ja $\frac{3}{4}$ julkisivuista on puuta (Karjalainen, 2013).

2.2 Pre-cut-menetelmä

Pre-cut-menetelmä on paikalla rakentamisesta hieman jatkojalostetumpaa. Siinä kantavat osat ovat suunnitelmien mukaan tehtaalla valmiiksi määrämittänsä katkaistuna ja lovetuna. Koska runkotavara on valmiiksi työstetty tehtaalla, aliohjauspuuhun on valmiiksi merkittynä runkotalppien paikat. Kantavan rungon osalta on merkitty jokaisen kappaleen paikka asennuspiirustuksissa, jotta kaikki osat saadaan oikeille paikoilleen. Koska esivalmistelu on tehty jo tehtaalla, materiaalihukka on saatu pieneksi. Työkohteessa sahatavaran säästö on 10–20 % verrattuna paikalla rakennettuun menetelmään sekä asennusnopeutta saadaan lisättyä eri työvaiheiden poisjäännin vuoksi. (Siikanen, 2008, 302.)

2.3 Suurelementtimenetelmä

Suurelementeistä rakentaminen tarkoittaa tehtaalla valmiiksi kootuista tasoelementeistä työmaalla pystytettävää rakennuksen ulkoseinien kokonaisuutta. Väliseiniä voidaan myös valmistaa elementeistä. Nimensä mukaan suurelementti valmistetaan yleensä kokonaisen seinän pituudelta riippuen seinän pituudesta sekä valmistajan linjaston koosta. Elementin rakenne pyritään tekemään tehtaalla mahdollisimman valmiiksi. Elementti sisältää kantavan rungon, lämmöneristyksen, koolaukset, sisä- ja ulkopuolisen levytyksen sekä ulkopuolisen pintamateriaalin asiakkaan toiveiden mukaan. Ikkunoiden asennus voidaan to-

teuttaa elementteihin jo tehtaalla. Myös mahdolliset sähkörsioiden asennukset voidaan tehdä jo tehtaalla. (Pientalorakentajan perustieto, 2009, 14.)

Suurelementeistä rakentaminen on nopein vaihtoehto pystyttää ulkoseinät. Ulkoseinien pystytykseen kuluva aika on noin yhdestä kahteen päivään riippuen kohteen koosta. (Pientalorakentajan perustieto, 2009, 14.)

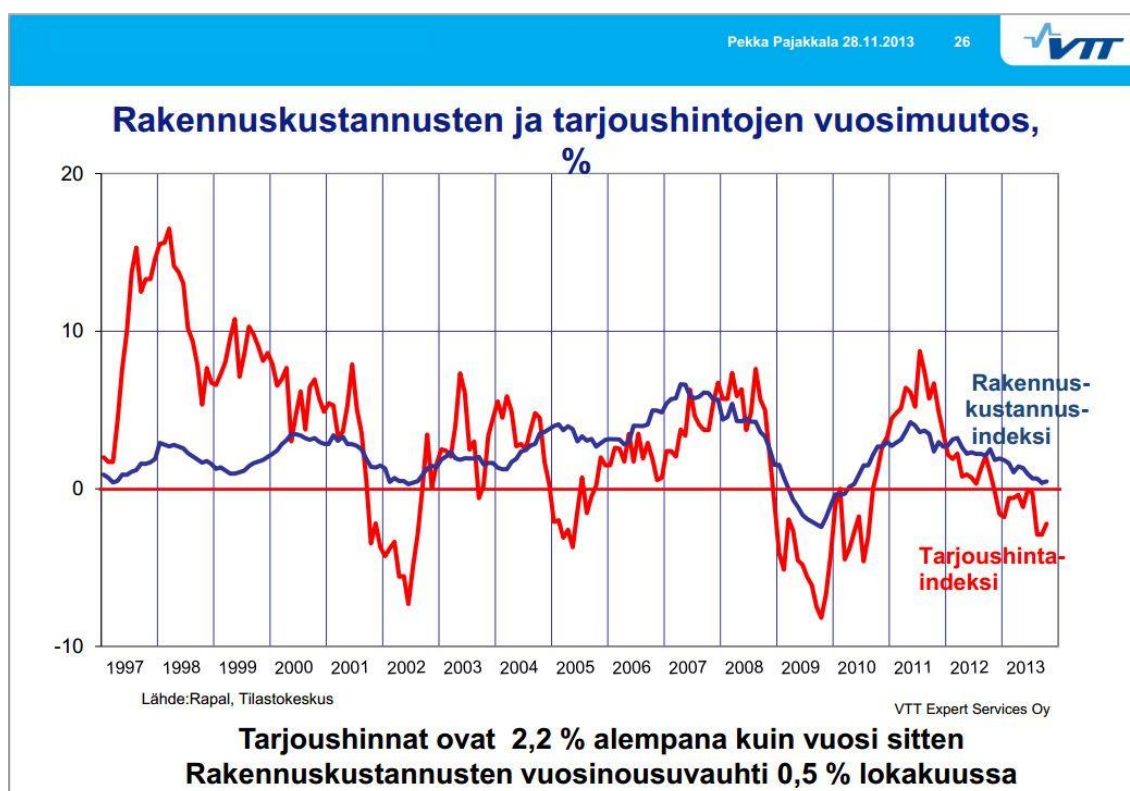
3 Rakennuskohteen kustannuksien muodostuminen

Kustannuksien muodostumiseen voi vaikuttaa monella eri tavalla ja ratkaisuilla. Haluaako tontin asutuskeskusten läheisyydestä vai arvostaako omaa rauhaa? Haluaako tai pystyykö itse panostamaan rakentamiseen, vai haluaako olla mahdollisimman sivussa rakentamisesta? Onko mahdollisuus käyttää talkootyötä, joka säästää kustannuksissa, kuitenkin talkooväen saatavuuden ja ammattitaidon rajoilla tehdyt työtehtävät huomioon ottaen? Rakennuskohteen monimuotoisuuden, koon ja eri materiaalien käyttö vaikuttaa kustannuksien muodostumiseen. Nämä ja monet muut ratkaisut vaikuttavat kustannuksiin ja tulevan rakentajan täytyy tiedostaa, paljonko on valmis rakentamisesta maksamaan. (Pientalorakentajan perustieto, 2009, 7.)

Kustannuksiin pystyy vaikuttamaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Hanke-suunnittelulla pyritään määrittämään kustannus-, laadulliset sekä laajuudelliset tarpeet. Ohjelmavaihe määrittää hankkeen laajuuden, aikataulun, laadun ja kustannukset. Suunnitteluvaiheessa pyritään löytämään ne ratkaisut ja suunnitelmat, joilla ohjelmavaiheessa tehtyihin päätöksiin päästään. Toteutusvaiheessa kustannuksiin voidaan vaikuttaa tuotantoratkaisuilla. Rakennuskohteen kustannuksien ohjaamisen kannalta on tärkeä tietää, miten kustannukset jakaantuvat hankkeessa. Suunnitteluvaiheessa tehdään ratkaisevimmat päätökset rakennuskustannuksien muodostumisessa. (Lindholm, 2009, 7-13.)

Huomioon otettavia asioita kustannusarviota tehdessä ovat myös laskennalliset virheet, joista saattaa syntyä kustannustavoitteeseen muutoksia. Nämä vaikuttavat suunnitteluvaiheessa kustannustavoitteiden mukaisien suunnitteluratkaisujen valintaan ja hankkeen hinta nousee alkuperäisestä kustannusarviosta.

Hankkeen sijainnilla on myös merkitystä. Yleensä kasvukeskuksissa sekä Etelä-Suomeen mentäessä työkustannukset kasvavat. Aikataulu sekä rakentamisajankohta vaikuttavat myös kustannuksien muodostumiseen, suhdanteet ja markkinatilanne vaikuttavat työn, materiaalien ja urakoiden tarjoushintoihin (kuva 2). (Lindholm, 2009, 7-13.)



Kuva 2. Rakennuskustannusten ja tarjoushintojen vuosimuutos (Pajakkala 2013.)

3.1 Kustannuksien jakaantuminen

Omakotitalon rakentamiseen ryhtyvän on erittäin tärkeää tietää kustannuksien jakautuminen ja kuluerien muodostuminen. Karkeakin arvio on parempi kuin ei ollenkaan. Rakennusprojektin edetessä suunnitteluvaiheessa hintojen muodostumiseen alkaa tulla tarkennuksia, kun arkkitehtoniset sekä rakennetekniset suunnitelmat muodostuvat, ja kun tiedetään laatutaso, jota halutaan käyttää rakennuksessa. (Pientalorakentajan perustieto, 2009, 6.)

On siis tiedostettava kuinka paljon rahaa on käytettävissä, kun aletaan hahmotella kustannuksiltaan sopivaa omakotitaloa. Suunnitteluvaiheessa yleensä selviää, mikäli kustannuksissa tullaan ylittämään oma budjetti. Pahimmassa tapauksessa rakentamisvaiheessa huomataan oman budjetin ylitys, jolloin ei pystytä vaikuttamaan enää kustannuksiin ja joudutaan taloudellisiin vaikeuksiin. (Haah-tela & Kiiras, 2013, 27)

Kustannukset jakaantuvat omakotitalon rakennusprojektissa Pientalorakentajan perustieto oppaan (2009, 6) mukaan seuraavasti:

A) Tonttikustannukset (5 – 20 % kokonaiskustannuksista)

- tontin hinta / rakennusajan vuokra
- lainhuudatuskulut / lohkomiskulut
- kunnallistekniikka ja liittymismaksut 1) (vesi, viemäri, sähkö, puhelin ja lämpö)
- tienrakennuskulut

1) Usein linja rakennetaan liittymämaksulla vain tontin rajalle asti. Tontilla kulkevien linjojen rakennuskustannukset jäävät tilaajalle.

B) Rakennuttamiskustannukset (5 - 10 %)

- suunnittelu- ja asiantuntijapalkkiot
- arkkitehtisuunnittelu
- rakennesuunnittelu
- lämpö-, vesi- ja viemäriputkisuunnittelu
- sähkösuunnittelu
- maaperätutkimukset
- hallintokustannukset
- valvonta

- rakennusaikaiset korot
- kiinnityisleimat
- rakennuslupamaksut
- kopio-, toimisto ym. kulut

C) Rakentamiskulut (70 – 90 %)

- rakennustarvikkeet
- työpalkat sosiaalikuuluineen
- alihankinnat (putki, sähkö, ym. työt)
- työvälineiden, telineiden ym. kaluston kustannukset ja vuokrat
- työmaanjohto- ja toimistokulut, käyttöenergia
- rakennusaikaiset vakuutukset.

Vaikuttavat tekijät rakentamiskuluihin on myös suunnitelmista aiheutuvat kustannukset kuten rakennuksen muoto, koko, varustustaso, yksityiskohdat ja materiaalit. (Pientalorakentajan perustieto, 2009, 6.)

Rakenteiden kustannukset jakautuvat pääsääntöisesti Pientalorakentajan perustieto oppaan (2009, 7) mukaan seuraavasti:

- perustukset 10 %
- alapohja 10 %
- yläpohja 15 %
- ulkoseinät 10 %
- sisäseinät 5 %
- ovet- ja ikkunat 5 - 10 %
- sisustukset 5 - 10 %
- sähkötyöt 5 %
- putkityöt 15 - 20 %.

4 Määrälaskenta

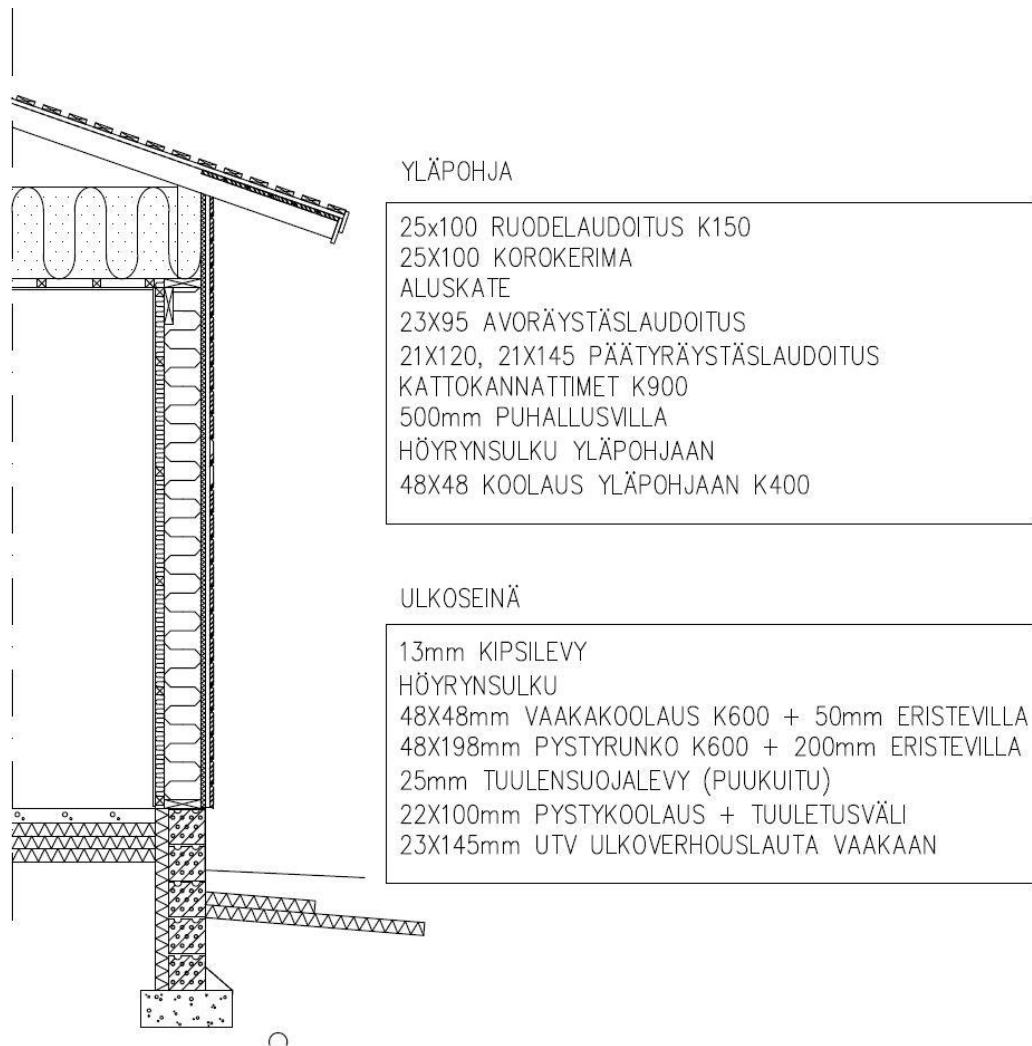
Kustannuksien laskentaan tarvitaan määrälaskennassa saatuja tuloksia, joiden perusteella saadaan selvitettyä rakenteiden kustannukset ja työmenekkien kautta myös työkustannuksien hinta. Määrälaskennan mahdollisimman tarkalla tiedolla parannetaan kustannustehokkuutta. Kuitenkin on huomioitava hukat sekä joidenkin materiaalien myymisen vain täysissä paketeissa tai puutavaran pituuksista aiheutuvia hukkapituuksia.

Käytin materiaalien hukkaprosenttien laskemisessa RATU-kortistosta saatavia Talo 90:n mukaisia hukkaprosenttimääriä.

4.1 Kustannusvertailun sisältö

Sisällön kustannusvertailuun sain tilaajan kanssa keskusteltuani, mikä on oleellista saada selvitettyä. Päädyimme kolmeen eri vaihtoehtoon, jotka ovat paikalla rakennettu, pre-cut sekä suurelementtimenetelmin rakennetut vaihtoehdot. Mitarina käytettiin vertailussa kustannuksia. Laadullisesti vertailukohteet ovat hyvin samanlaisia. Eri toimittajilla oli kuitenkin erilaisia materiaali ja rakenneratkaisuja.

Rakenneleikkauskuvasta (kuva 3) voi havainnoida tilaajan toiveen rakenteiden suhteen. Tarjouspyyntöjä tehdessä käytin kyseistä rakennetyyppeä pohjana tarjouspyynnöille saadakseni samankaltaisia tarjouksia.



Kuva 3. Rakenneleikkaus

4.1.1 Laatu

Jotta päästään laadukkaaseen lopputulokseen on otettava huomioon suunnittelussa ja rakentamisvaiheessa monia vaikuttavia tekijöitä. Kustannusvertailun yhteydessä voi miettiä itselleen tärkeitä seikkoja laadukkaasta lopputuloksesta, esimerkiksi materiaalivalintojen kautta. Tärkeimmät seikat vertaillessa laatua jokainen määrittää itse. Kun mittareina on rakenteiden toimivuus, yleisesti huomioon otettavia seikkoja laadullisessa vertailussa ovat:

- ilmatiiviys

- U-arvo
- rakenteiden suojaus työmaalla
- hyvän rakennustavan noudattaminen
- energiatehokkuus
- materiaalivalinnat.

Hyvä rakennustapa vaikuttaa laatuun, ilmatiiviyteen ja U-arvoon, josta johtuen päästään energiatehokkaaseen kokonaisuuteen. Rakennusaikainen suojaus on tärkeää valittaessa suurelementit rakennustavaksi. Kuljetus tehtaalta työmaalle tapahtuu yleensä kuomullisella rekalla. Rakenteiden kuivana säilymisen takia säältä suojaus on tärkeää, täten estetään mahdolliset kosteusongelmat rakenteissa. Muiden rakennustapojen kohdalla suojaus on myös tärkeää. Eroavaisuus muiden tapojen kohdalla on rakennusjärjestys. Pitkästä tavarasta sekä pre-cut-menetelmällä rakennettaessa rakenteet on mahdollista saada sateelta suojaan aluskatteen tai vesikatteen avulla ennen muiden rakenteiden asennusta.

4.1.2 U-arvon toteaminen sallittujen määräyksien mukaiseksi

Suomen rakentamismääräyskokoelman kohdassa C3, Rakennuksen lämmöneristykset, *”lämmönläpäisykertoimella U tarkoitetaan lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien ilmatilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$.”*

U-arvon laskemiseen on kehitetty eri apuohjelmia kuten puuinfo.fi:n (2012) internet sivuilta löytyvä Puurakenteen U-arvo laskuri. Käytin kyseistä laskuria U-arvon toteamiseen rakenteissa olevan vertailuarvojen mukainen (Taulukko 1). Ohjelma on tarkastettu Tampereen teknillisellä yliopistolla, lausunto N:o TRT/1945/2011.

Alla lueteltuna vertailu U-arvot rakenteissa. Rakennusmääräyskokoelmassa C3 esiteltynä.

Taulukko 1. U-arvot.

	Vertailuarvo, W/m ² K	Laskennasta saatu tulos, W/m ² K
Ulkoseinä	0,17	0,15
Yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,09	0,087
Maata vasten oleva rakennusosa	0,16	0,13
Ikkuna, kattoikkuna, ovi	1,0	Ikkuna 0,8 Ovi 1,0

U-arvon selvittäminen on yksi osa energiatehokkuuslaskelmia, joka täytyy huomioida rakennesuunnittelussa. Suunnittelussa on huomioitava mm. rakenteiden eristävyys, ilmatiiviys sekä toimivuus.

Rakennusmääräyskokoelmassa D3 Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012 on määritetty seuraavaa: (Ympäristöministeriö, 2013.)

Rakennusta suunniteltaessa on laadittava energiaselvitys. Energiaselvitys on päivitettävä ja pääsuunnittelijan on varmistettava se ennen rakennuksen käyttöönottoa.

Energiaselvitys sisältää yleensä seuraavat tarkastelut

- *Rakennuksen kokonaisenergian kulutus (E-luku)*
- *energialaskennan lähtötiedot ja tulokset*
- *kesäaikainen huonelämpötila ja tarvittaessa jäähdytysteho*
- *rakennuksen lämpöhäviön määräysten mukaisuus*
- *rakennuksen lämmitysteho mitoitus tilanteessa; sekä*
- *rakennuksen energiatodistus.*

Lisäksi Rakennusmääräyskokoelmassa D3 Rakennusten energiatehokkuus määräykset ja ohjeet 2012 on määritetty, että

Rakennuksen kokonaisenergiankulutus (E-luku) on laskettava. E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuisen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain.

Energiamuotojen kertoimet ovat seuraavat:

- sähkö 1,7
- kaukolämpö 0,7
- kaukojäähdytys 0,4
- fossiiliset polttoaineet 1,0
- rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet 0,5.

(Ympäristöministeriö, 2013.)

Rakennuksien energiatehokkuuteen panostetaan. Työkaluksi osto- ja vuokraus-tilanteessa uudisrakennuksille 1.6.2013 on laadittu uudistettu energiatodistus, joka on apuvälineenä tilanteissa, missä halutaan vertailla rakennuksien energiatehokkuutta. Energiatodistukset on otettu käyttöön suomessa 2008 uudisrakentamisessa. (Ympäristöhallinto, 2013.)

Energiatodistuksissa rakennukset luokitellaan energiatehokkuusluokkiin A-G, jossa A on paras. (Ympäristöhallinto, 2013.)

4.2 Laskentamenetelmä sekä pinta-alat rakennuksesta

Materiaalien laskennassa käytin tilaajalta saamiani pohja- ja julkisivukuvia, jotka olivat dwg -muodossa olevia sähköisiä tiedostoja. Materiaalimenekkien laske-
mista helpotti AutoCAD-ohjelman käyttö.

Kyseessä on yksikerroksinen, harjakattoinen talo, jossa katon kaltevuus on 1:2,5 (kuva 4). Talon kerrosala on 187 m² ja huoneistoala on 169 m². Seinäpin-
ta-alaa talossa on 236 m², josta päätykolmion osuus on 36 m² ja sivuseinien
yläosien 31 m², Ikkunoiden ja ovien osuus on 28,3 m².



Kuva 4. Tilaajan laatima julkisivupiirustus

4.3 Ulkoseinien määrälaskennan toteutus

Määrälaskennan avuksi on kehitetty monia apuvälineitä, kuten rakennustieto Oy:n tuottamat RATU-kortistot sekä niistä tehdyt koosteet kirjan muodossa. Kyseisistä korteista saa yksityiskohtaista tietoa määrälaskennan avuksi. Yleensä tiedot ovat määrää/yksikköä kohden. Tässä toimeksiannossa käytin vain Talo 90 -nimikkeiden mukaan annettuja tietoja sekä hukkaprocentteja, koska halusin laskea määrät mahdollisimman tarkasti.

Aloitin laskemisen kantavasta runkotavarasta, joten lisäsin pohjakuvaan kantavien runkotolppien paikat, joiden avulla sain laskettua tarkat määrät runkotolpille. Huonekorkeutta haluttiin rakennukseen n. 2800 mm, joten se myös määrittä runkotolppien pituuden. Runkotolppien keskeltä keskelle väli on yleisesti 600 mm. Päätyseinien kohdalla sain runkotolppien pituudet julkisivupiirustusten perusteella. Pituudet on laskettu päätyräystään korkeudelle.

Ala- ja yläjuoksujen määrät sain rakennuksen kehän pituudesta, päätyseinien kohdalla laskin vain alajuoksun pituuden. Ikkunoiden ylityksen sekä ikkunoiden pielipuut laskin kahdella runkopuulla. Kyseisessä kohteessa käytin ylityksissä 48x198 mm runkotavaraa, koska ikkunaylitysten suurin pituus oli 1750 mm, näin suuria ylityksiä oli yksi. Muiden ikkunoiden ylitykset ovat yleisesti 1000–1400 mm välillä.

Yleensä rakennesuunnittelija määrittelee ylityksiin käytettävän materiaalin lujuuslaskelmien perusteella. Lujuuslaskelmat perustuvat yläpohjan kautta kulkeviin voimiin alaspäin kantavalle rungolle sekä kantavan rungon rakenteiden kantavuuden selvittämiseen. Lämmöneritys tulee ottaa huomioon ylityksissä, jotta kylmäsiltoja ei pääse syntymään liiallisen puun käytön vuoksi. Laskelmassa käytin mitallistettua runkotavaraa, koska esimerkiksi kertopuun käyttö tässä kohteessa ei olisi tuonut suuria hyötyjä verrattuna mitallistettuun sahatavaraan. Lisäsin rungon laskemisen yhteydessä myös ikkunoiden ja ovien kierron runkotavarasta.

Tuulensuojalevyjen laskemiseen käytin julkisivupiirustusta sekä rakenneleikkauspiirustusta, jonka tein työn edetessä ja helpottaakseni laskemista muidenkin rakenneosien myötä. Levyjen laskennassa käytin pituutena pitkillä sivuilla

sokkelin yläpinnasta kattotuolin yläpaarten korkoon asti. Päädyissä otin huomioon puhallusvillan yläpinnan koron ja ylitin sen 300 mm:llä, jotta puhallusvillan asentaminen myöhemmin onnistuisi. Tuulensuojalevyjen kokonaismäärästä vähensin ikkunoiden ja ovien pinta-alat.

Tuuletusrimojen suhteen pätee melkein sama kappalemäärä kuin runkotolpissa. Kun kyseessä on 1-kertainen koolaus, kiinnitys tapahtuu runkotolppien kohtaan. Tuuletusrimojen pituuksissa täytyy ottaa huomioon pääty ja pitkien sivujen korkeus.

Julkisivuverhouksen laskennan apuna käytin julkisivu- ja rakenneleikkauspiirustuksia, joiden avulla sain selville tarvittavan neliömäärän. Julkisivuverhouksen ollessa paneelia on muistettava ottaa huomioon paneelin tehollinen leveys, jotta saadaan laskettua määrät oikein. Huomioitavaa oli sisäkkäin menevät osat, jotka vähennetään paneelin kokonaisleveydestä. Esimerkiksi täyspontillisen ulkoverhouslaudan kokonaisleveys on 120 mm, tästä mitasta urospontin leveys on 10 mm joka menee naaraspontin sisään, joten tehollinen leveys on 110mm. Pienien asioiden huomioiminen vähentää laskennasta syntyvien kustannuksien heittelyä, jos pyritään tarkkaan ja kustannustehokkaaseen rakentamiseen. Neliölle menevän kappalemäärän saa helposti jakamalla yhden metrin matkan tehollisella leveydellä eli $1 \text{ m} / 0,11 \text{ m/kpl} = 9,09 \text{ kpl}$, josta saa johdettua myös metrimäärän $9,09 \text{ kpl} \approx 10 \text{ kpl} = 10 \text{ metriä}$ paneelia.

Sisäpuolinen vaakakoolaus tuli 48x48 mm mitallistetusta sahatavarasta k600 jaolla. Seinälle menevän kappalemäärän sain suoraan katsomalla rakenneleikkauksuvasta ja ulkoseinien kehän pituudesta. Ikkunoiden ja ovien kierto täytyi ottaa huomioon laskennassa

Höyrynsulun laskennassa seiniin täytyi ottaa huomioon limitykset, huonetilan korkeus sekä ulkoseinien kehän pituus. Yläpohjan höyrynsulussa limitykset yläpohjan kohdalla sekä riittävät limitykset seinien ja yläpohjan liittymässä.

Kipsilevyn laskennassa käytin levyn korkeutena 3000 mm, vaikka huonekorkeus on hieman yli 2800 mm. Valitsin 3000 mm levyn pituuden mahdollisten vaakasaumojen välttämiseksi. Suunnittelussa sekä laskemisessa on hyvä ottaa huomioon materiaalien jaolliset pituudet, jotta rakennettaessa säästytään turhalta työltä ja materiaalihukalta.

Rungon lämmöneristyksen laskemiseen tarvitsi ottaa huomioon ulkoseinien kehän pituuden sekä korkeuden saadakseni neliömäärän. Ikkunoiden ja ovien pinta-alat vähensin ulkoseinien kokonaispinta-alasta. Samaa laskutapaa käytin sisäpuolisen 50 mm eristeen ja rungon 200 mm eristeen laskemiseen.

4.4 Määrälaskennan toteutus yläpohjassa

Aloitin laskennan kattokannattimista. Kannattimien väli oli k900, joten jaoin pohjakuvaan kannattimien paikat ja sain laskettua tarjouspyyntöön menevät kattokannattimien määrät. Mikäli haluaa räystäät kantavilla ”poikasilla”, päätyihin tulevat reunimmaiset kattokannattimet pitää ottaa räystäslankun verran matalammat muihin kattokannattimiin verrattuina. Yleensä yläorren korkeus on 123 mm, joten kannattimen täytyy olla 123 mm matalampi muihin verrattuna. On muistettava myös savupiipun paikka ja piipun molemmin puolin tulevat kannattimet. Savuhormin molemmin puolin palomääräysten mukaan täytyy olla 100 mm tyhjää tilaa palavaan rakennosaan. (VTT, 2003.)

Ruodelaudoituksen jaollinen väli oli k150, joka on otettava huomioon määrälaskennassa. Avoräystään laudoituksen kierto on otettava huomioon kattokannattimien tarjouspyynnössä. Jos haluaa tehdä valmiiksi lovettuna räystään osuuden, on siitä mainittava tarjouspyynnön yhteydessä. Loveuksen tekeminen onnistuu myös työmaalla, mutta toimenpide on aikaa vievää, joten päätin kysyä sen valmiiksi lovettuna säästääkseen työkustannuksissa.

Puhallusvillan painumiseen on otettava noin 5 % ylipaksuutta suunnittelumääräisestä nimellispaksuudesta. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy 2013.)

Yläpohjan alapuolisen koolaus tuli k400 jaolla, 48x48 mm mitallistetusta sahatavarasta.

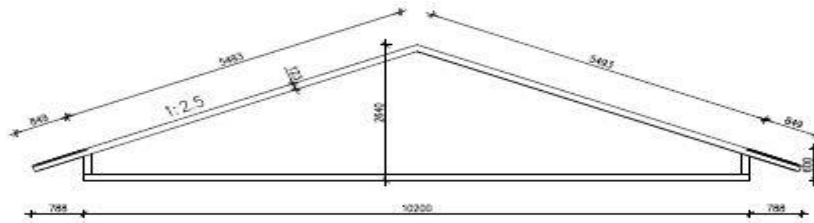
4.5 Ovien ja ikkunoiden tarjouspyyntö

Ovien ja ikkunoiden tarjouspyynnössä on tiedostettava, minkä kokoiset ikkunat haluaa sekä haluaako kiinteät vai avattavat ikkunat. Vaihtoehtoja on monia, mutta myyjien kanssa keskustelemalla sain tietoa eri malleista. On myös tiedettävä, millä U-arvolla eli lämmönläpäisykertoimella ikkunat haluaa. Vaatimuksena ikkunoilla ja ovilla on $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ikkunoita on saatavana noin $0,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ lähtien. Tarjouspyyntöjä tehdessäni käytin ikkunoille arvoa $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ja oville arvoa $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. (Rakmk C3, 2010.)

4.6 Kattokannattimien tarjouspyyntö

Joidenkin kattokannattimien valmistajien sivuilla on omat täytettävät lomakkeet tarjouspyynnöille, mutta tarkemman tarjouspyynnön saa, mikäli lähettää kattokannattimista oman kattoristikkokaavion (kuva 5). Tämä kannattaa varsinkin, jos rakennukseen tulee erilaisia kattokannattimia. Kaaviosta tulee selvitä seuraavat asiat, kun kyse on harjaristikoista. (Sepa Oy, 2013.)

- kattokaltevuus
- harjakorkeus
- räystäspituus horisontaalisesti
- alapaarten pituus
- tukikorkeus reunimmaisen tukipuun ulkoreunasta yläpaarten yläpintaan.
- k/k jako
- välituen sijainti (jos sellainen on)
- erityistoiveita kattotuoliin (esim. loveus yläpuoliselle räystäslaudoitukselle)



Kuva 5. Kattokannattimien kaavio.

5 Kustannuslaskenta

Määrälaskennan jälkeen aloin tehdä kustannuslaskelmia. Käytettävissä oli erilaisia apuvälineitä kustannuksien laskentaan. Esimerkiksi rakennustieto.fi:n sivulta löytyvä KlaraNet-ohjelma. Ohjelman käyttö kuitenkin edellyttää rekisteröitymistä ja lisenssin ostamisen. Itselleni parhaimmaksi vaihtoehdoksi valitsin AutoCAD- ja Excel-ohjelmien käytön.

5.1 Kustannuslaskelmien toteutus

Määrälaskennassa syntyneet tulokset lisäsin Excel-taulukkoon. Taulukon pohjalta tein listauksen materiaaleista rakenteiden mukaan, mikä helpottaa kustannuksien muodostumisen seuraamista. Lähetin tekemäni taulukon eri rautakaupoille saadakseni tietoa rakennusmateriaaleiden yksikköhinnoista.

Määrälaskennassa laskin myös anturan, sokkelin, maanvaraisen laatan sekä näiden eristeiden menekit, jotka listasin hahmottaakseni kustannuksia välillä antura–aluskate. Tilaaja saa tietoa kuinka paljon rakennuksen perustukset tulevat maksamaan. Hintavertailuna kuitenkin on sokkelin yläpinnasta olevat rakenteet. Kustannuksien sisällön näkee liitteestä 1.

Taulukosta 3 saadaan selville kahden miehen tekemä työsaavutus tv = työvuoro, joista saadaan laskettua kustannukset. Kyseisessä kohteessa laskin sosiaalilukuina 73 %, lomakorvaukset ym. sekä keskituntiansiona 18 €. Taulukko summaa työ kustannuksista kokonaissumman. Liitteestä 2 löytyy tarkemmat työmenekkien laskelmat.

Taulukko 3. Excel-tilukko työmenekkien laskentaan

Terassi	tth/m2	menekki	lattia m2	katto m2	räystä jn	pilarit kp	palkit kpl		
			45,00	34,00	34,00	14,00	8,00		
Terassi	tth/m2								
Kattopalkit	0,18			0,18					
Alapohjan koolaus	0,22		0,22						
Umpilaudoitus	0,21		0,21						
Yläpohjan koolaus	0,45			0,45					
Panelointi	0,51			0,51					
Harvalaudoitus	0,13			0,13					
Räystäsrakenne	0,42 tth/jm				0,42				
Pilarit	0,30 tth/kpl					0,30			
Palkit	0,30 tth/kpl						0,30		
			0,43	1,27	0,42	0,30	0,30		
Työmenekin vaikutusmääräkerroin			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		
Korjattu Työvuoroaika T3= 0,11x1,15=	0,47		21,29	47,50	15,71	4,62	2,64		
TL3-lisäaika kerroin			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		
Kokonaisaika T4			23,41	52,25	17,28	5,08	2,90		
RAM ja RM 2x8tth=16tth/tv									
tth/m2/16tth/tv			1,46	3,27	1,08	0,32	0,18	yhteensä	6,31 tv
kustannukset			729,10	1627,00	538,06	158,25	90,43	yhteensä	3142,84 €

5.3 Talopakettien tarjouspyyntöjen materiaalisältö

Tasavertaisten vertailutuloksien saaminen oli tarjousten perusteella hankalaa johtuen toimitussisältöjen erilaisuudesta toimittajien välillä. Suurin vaihtelu oli asennussisällöissä. Materiaalisällöltään tarjoukset olivat miltei samanlaisia muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta.

Hintojen tarkastelussa tuli olla kriittinen ja selata tarkkaan tarjoukset materiaalisällöltään. Joidenkin materiaalien ylimääräinen lisäys tarjouksessa verrattuna muihin tarjouksiin saattoi näyttää epäedulliselta kyseistä tarjoajaa kohtaan ko-honneena hintana.

Materiaaleiltaan tarjoukset sisältävät pääpiirteittäin samat kuin rakenneselostuksessa (kuva 3) on mainittu, lisättynä kuitenkin terassin katokset mm. palkit ja pilarit ym. Tarjouksissa oli eniten vaihteluita asennussisällöissä.

Listattuna tarjouspyynnöissä olleet rakenteiden materiaalit:

Yläpohja

- ruodelaudoitus (konesaumapellille)
- tuuletusrima
- aluskate
- kattokannattimet k900
- yläpohjan eristeet

Ulkoseinä

- ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)
- ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)
- ulkoseinän eristeet 50mm (sisäpuoli)
- höyrynsulku
- kantava runko k600 48x198mm
- ulkoseinän eristeet 200mm
- tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)
- pystykoolaus
- ulkoverhouslauta
- ikkunoiden ja ovien smyygilaudoitus

Räystäät

- yläpuolinen räystääslaudoitus (avoräystä)
- päätyräystäät
- räystään otsalaudat

Terassi

- ruodelaudoitus (konesaumapellille)
- tuuletusrima
- aluskate
- kattokannattimet
- yläpohjan laudoitus
- palkit

- pilarit

Työmaalogistiikka/työturvallisuus

- nostot
- rahdit
- telineet

Tarvikkeet

5.4 Tarjouspyyntöjen asennussisältö

Pyrin saamaan asennussisällön samaksi kaikissa toimitusvaihtoehdoissa. Koska elementit on valmistettu sisäpuolelta kipsilevylle ja ulkopuolelta ulkoverhouslaudoille jo tehtaalla, asennussisältö määräytyi suurelementtitoimittajien asennussisällön mukaan. Joissain tarjouksissa oli eroja asennuksissa ja ne on mainittu erikseen.

Asennussisällön tarkastelussa tuli olla kriittinen ja selata tarkkaan tarjoukset läpi asennussisällöltään. Joidenkin asennuksien lisäys tai poikkeavuus tarjouksessa verrattuna muihin tarjouksiin saattaa näyttää epäedulliselta tarjoajaa kohtaan asennussisällön ollessa erilainen.

Lähtökohtana asennussisällölle on:

Yläpohja

- ruodelaudoitus (konesaumapellille) asennettuna
- tuuletusrima asennettuna
- aluskate asennettuna
- kattokannattimet k900 asennettuna
- yläpohjan eristeet asennettuna

Ulkoseinä

- ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli) asennettuna
- ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli) asennettuna
- ulkoseinän eristeet 50mm (sisäpuoli) asennettuna
- höyrynsulku asennettuna
- kantava runko k600 48x198mm asennettuna

- ulkoseinän eristeet 200mm asennettuna
- tuulensuojalevy 25mm (puukuitu) asennettuna
- pystykoolaus asennettuna
- ulkoverhouslauta asennettuna

Räystäät

- yläpuolinen räystääslaudoitus (avoräystä) asennettuna
- päätyräystäät asennettuna
- räystään otsalaudat asennettuna

Terassi

- ruodelaudoitus (konesaumapellille) asennettuna
- tuuletusrima asennettuna
- aluskate asennettuna
- kattokannattimet asennettuna
- yläpuolen laudoitus asennettuna
- palkit asennettuna
- pilarit asennettuna

6 Tulokset

6.1 Tarjoukset pre-cut-toimittajilta

Pre-cut-toimittajan tarjous 1 on esitetty taulukossa 4. Vasemmasta sarakkeesta näkee tarjouspyynnön sisällön, materiaalit asennettuina. Oikeassa sarakkeessa on tarjouksien sisältämät materiaali- ja asennussisällöt merkittynä +merkillä.

Taulukko 4. Pre-cut-tarjous 1

Tarjouspyynnön sisältö asennettuina	Pre-cut 1 Tarjous 1	Merkintä + = tarjous sisältää	materiaali	asennus
Yläpohja	Yläpohja			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille) 25x100		+	+
tuuletusrima	tuuletusrima 22x50		+	+
aluskate	aluskate		+	+
kattokannattimet k900	kattokannattimet k900		+	+
yläpohjan eristeet	yläpohjan eristeet 100mm levyvilla+puhallusvilla400mm		+	
sisäkaton ruoteet	sisäkaton ruoteet 48x48		+	
Ulkoseinä	Ulkoseinä			
ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)		+	
ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)		+	+
ulkoseinän eristeet 50mm	ulkoseinän eristeet 50mm (sisäpuoli)		+	
höyrynsulku	höyrynsulku		+	+
kantava runko k600 48x198mm	kantava runko k600 48x198mm		+	+
ulkoseinän eristeet 200mm	ulkoseinän eristeet 200mm		+	+
tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)	tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)		+	+
pystykoolaus	pystykoolaus 25x100		+	
ulkoverhouslauta	ulkoverhouslauta 23x145		+	
ikkunoiden smyygit,vuorilaudat ja nurkkalaudat	ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat		+	
Solumuovi alajuoksun alle	Solumuovi alajuoksun alle		+	+
Räystäät	Räystäät			
yläpuolinen räystäslaudoitus (avoräystä)	alapuolinen räystäslaudoitus 18x95		+	
päätyräystäät	päätyräystäät		+	
räystään otsalaudat	räystään otsalaudat pohjamaalattu		+	
Terassi	Terassi			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)		+	
tuuletusrima	tuuletusrima		+	
aluskate	aluskate		+	
kattokannattimet	kattokannattimet		+	
yläpuolen laudoitus	yläpuolen laudoitus 18x95		+	
palkit	palkit		+	
pilarit	pilarit		+	
ikkunat	ikkunat (asennus ilman karmitiivistystä)		+	+
ovet	ovet		+	
Rahdit	Rahdit		+	
Nostot	Nostot		+	
Telineet	Telineet		+	
Tarvikkeet	Tarvikkeet (naulat ja ruuvit)		+	
	Vertailun ulkopuoliset lisät			
	Väliseinärunko 39x66		+	
	Seinien tuuletusrima 19x100		+	

HINTA 63975 €

Pre-cut-tarjouksen 2 sisältämät tiedot (taulukko 5). vasemmassa sarakkeessa nähtävänä tarjouspyynnön sisältö ja oikeassa tarjouksen sisältö.

Taulukko 5. Pre-cut-tarjous 2

Tarjouspyynnön sisältö asennettuina	Pre-cut 2 Tarjous 2	Merkintä + = tarjous sisältää	
Yläpohja	Yläpohja		
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille) 25x100	+	+
tuuletusrima	tuuletusrima 22x50	+	+
aluskate	aluskate	+	+
kattokannattimet k900	kattokannattimet k900	+	+
yläpohjan eristeet	yläpohjan eristeet 100mm levyillä+puhallusvilla400mm	+	+
höyrynsulku	höyrynsulku	+	+
sisäkaton ruoteet	sisäkaton ruoteet 48x48	+	+
Ulkoseinä	Ulkoseinä		
ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	+	
ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	+	+
ulkoseinän eristeet 50mm	ulkoseinän eristeet 50mm (sisäpuoli)	+	
höyrynsulku	höyrynsulku	+	+
kantava runko k600 48x198mm	kantava runko k600 48x198mm	+	+
ulkoseinän eristeet 200mm	ulkoseinän eristeet 200mm	+	+
tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)	tuulensuojakipsilevy 9mm	+	+
pystykoolaus	pystykoolaus 25x100	+	
ulkoverhouslauta	ulkoverhouslauta 23x145	+	
ikkunoiden smyygit,vuorilaudat ja nurkkalaudat	ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat	+	
Solumuovi alajuoksun alle	Solumuovi alajuoksun alle	+	+
Räystäät	Räystäät		
yläpuolinen räystäslaudoitus (avoräystä)	alapuolinen räystäslaudoitus	+	
päätyräystäät	päätyräystäät (päätyräystäsrunkojen asennus)	+	+
räystään otsalaudat	räystään otsalaudat pohjamaalattu	+	+
Terassi	Terassi		
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)	+	+
tuuletusrima	tuuletusrima	+	+
aluskate	aluskate	+	+
kattokannattimet	kattokannattimet	+	+
yläpuolen laudoitus	yläpuolen laudoitus	+	
palkit	palkit	+	+
pilarit	pilarit	+	+
ikkunat ovet	ikkunat (karmitiivistyksellä) ovet	+	+
Rahdit	Rahdit	+	
Nostot	Nostot	+	
Telineet	Telineet	+	
Tarvikkeet	Tarvikkeet (naulat ja ruuvit)	+	
	Vertailun ulkopuoliset lisät Suunnittelu ja piirrustukset Tuulenhouslevyt + asennus sisäkattoverhouslevyt alumiinipaperi saunaan		

HINTA 78169 €

6.2 Tarjoukset suurelementtitoimittajilta

Suurelementtitoimittajan tarjous 1 (taulukko 6). Vasemmasta sarakkeesta näkee tarjouspyynnön sisällön, materiaalit asennettuina. Oikeassa sarakkeessa on tarjouksen sisältämät materiaali- ja asennussisällöt merkittynä +merkillä.

Taulukko 6. Suurelementtitarjous 1

Tarjouspyynnön sisältö asennettuina	Suurelementti 1 Tarjous 1	Merkintä + = tarjous sisältää	materiaali	asennus
Yläpohja	Yläpohja			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)		+	+
tuuletusrima	tuuletusrima 22x50		+	+
aluskate	aluskate		+	+
kattokannattimet k900	kattokannattimet k900		+	+
yläpohjan eristeet	yläpohjan eristeet 100mm levyillä+puhallusvilla400mm		+	
sisäkaton ruoteet	sisäkaton ruodelaudoitus		+	
Ulkoseinä	Ulkoseinä			
ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)		+	+
ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)		+	+
ulkoseinän eristeet 50mm	ulkoseinän eristeet 50mm (sisäpuoli)		+	+
höyrynsulku	höyrynsulku		+	+
kantava runko k600 48x198mm	kantava runko k600 48x198mm		+	+
ulkoseinän eristeet 200mm	ulkoseinän eristeet 200mm		+	+
tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)	tuulensuojalevy		+	+
pystykoolaus	pystykoolaus 25x100		+	+
ulkoverhouslauta	ulkoverhouslauta 23x145		+	+
ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat	ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat		+	+
Solumuovi alajuoksun alle	Solumuovi alajuoksun alle		+	+
Räystäät	Räystäät			
yläpuolinen räystääslaudoitus (avoräystä)	alapuolinen räystääslaudoitus 18x95		+	+
päätyräystäät	päätyräystäät		+	+
räystään otsalaudat	räystään otsalaudat pohjamaalattu		+	
Terassi	Terassi			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)		+	+
tuuletusrima	tuuletusrima		+	+
aluskate	aluskate		+	+
kattokannattimet	kattokannattimet		+	+
yläpuolen laudoitus	yläpuolen laudoitus		+	
palkit	palkit		+	+
pilarit	pilarit		+	+
ikkunat ovet	ikkunat (karmitiivistyksellä) ovet		+	+
Rahdit	Rahdit		+	
Nostot	Nostot			
Telineet	Telineet			
Tarvikkeet	Tarvikkeet (naulat ja ruuvit)			
	Vertailun ulkopuoliset lisät Suunnittelu ja piirustukset			

HINTA 75310 €

Taulukossa 7 on esiteltynä suurelementtitarjouksen 2 sisältämät tiedot. Vasemmassa sarakkeessa tarjouspyynnön tiedot ja Oikeassa sarakkeessa on tarjouksen sisältämät materiaali- ja asennussisällöt merkittynä +merkillä.

Taulukko 7. Suurelementtitarjous 2

Tarjouspyynnön sisältö asennettuina	Suurelementti 2		materiaali	asennus
	Tarjous 2	Merkintä + = tarjous sisältää		
Yläpohja	Yläpohja			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille) 25x100		+	+
tuuletusrima	tuuletusrima 22x50		+	+
aluskate	aluskate		+	+
kattokannattimet k900	kattokannattimet k900		+	+
yläpohjan eristeet	yläpohjan eristeet 100mm levyillä+puhallusvilla400mm			
höyrynsulku	höyrynsulku			
sisäkaton ruoteet	sisäkaton ruoteet 48x48			
Ulkoseinä	Ulkoseinä			
ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)		+	+
ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	ulkoseinän pystykoolaus 42mm (sisäpuoli)		+	+
ulkoseinän eristeet 50mm	ulkoseinän eristeet 42mm (sisäpuoli)		+	+
höyrynsulku	höyrynsulku		+	+
kantava runko k600 48x198mm	kantava runko k600 48x198mm		+	+
ulkoseinän eristeet 200mm	ulkoseinän eristeet 200mm		+	+
tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)	tuulensuojalevy 25mm		+	+
pystykoolaus	tuuletuskoolaus		+	+
ulkoverhouslauta	ulkoverhouslauta 22x145 (sivuosien yläosat irrallaan)		+	+
ikkunoiden smyygit,vuorilaudat ja nurkkalaudat	ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat		+	
Solumuovi alajuoksun alle	Solumuovi alajuoksun alle		+	+
Räystäät	Räystäät			
yläpuolinen räystääslaudoitus (avoräystä)	alapuolinen räystääslaudoitus		+	+
päätyräystäät	päätyräystäät (päätyräystäsrunkojen asennus)		+	+
räystään otsalaudat	räystään otsalaudat pohjamaalattu		+	
Terassi	Terassi			
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)		+	+
tuuletusrima	tuuletusrima		+	+
aluskate	aluskate		+	+
kattokannattimet	kattokannattimet		+	+
yläpuolen laudoitus	yläpohjan alapinnan laudoitus		+	
palkit	palkit		+	+
pilarit	pilarit		+	+
ikkunat	ikkunat (karmitiivistyksellä)		+	+
ovet	ovet		+	
Rahdit	Rahdit		+	
Nostot	Nostot		+	
Telineet	Telineet			
Tarvikkeet	Tarvikkeet (naulat ja ruuvit)		+	
	Vertailun ulkopuoliset lisät			

HINTA 70150 €

6.3 Pitkästä tavarasta laskettuna materiaali ja työkustannukset

Taulukossa 8 on esitettynä materiaalit asennettuina. Tiedot on saatu määrälaskennasta sekä työmenekit Talo 90 -menekkitietojen mukaan laskettuina.

Taulukko 8. Asennussisältö pitkästä tavarasta rakennettaessa

Pitkä tavara		materiaali	asennus
Jälleenmyyjien hinnat Merkintä + = laskelma sisältää			
Yläpohja	Yläpohja		
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille) 25x100	+	+
tuuletusrima	tuuletusrima 22x50	+	+
aluskate	aluskate	+	+
kattokannattimet k900	kattokannattimet k900	+	+
yläpohjan eristeet	yläpohjan eristeet 100mm levyvilla+puhallusvilla400mm	+	+
höyrynsulku	höyrynsulku	+	+
sisäkaton ruoteet	sisäkaton ruoteet 48x48	+	+
Ulkoseinä	Ulkoseinä		
ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	ulkoseinän kipsilevy (sisäpuoli)	+	+
ulkoseinän vaakakoolaus k600 48x48mm (sisäpuoli)	ulkoseinän pystykoolaus 42mm (sisäpuoli)	+	+
ulkoseinän eristeet 50mm	ulkoseinän eristeet 42mm (sisäpuoli)	+	+
höyrynsulku	höyrynsulku	+	+
kantava runko k600 48x198mm	kantava runko k600 48x198mm	+	+
ulkoseinän eristeet 200mm	ulkoseinän eristeet 200mm	+	+
tuulensuojalevy 25mm (puukuitu)	tuulensuojalevy 25mm	+	+
pystykoolaus	tuuletuskoolaus	+	+
ulkoverhouslauta	ulkoverhouslauta 23x145	+	+
ikkunoiden smyygit,vuorilaudat ja nurkkalaudat	ikkunoiden smyygit, vuorilaudat ja nurkkalaudat	+	+
Solumuovi alajuoksun alle	Solumuovi alajuoksun alle	+	+
Räystäät	Räystäät		
yläpuolinen räystäslaudoitus (avoräystä)	alapuolinen räystäslaudoitus	+	+
päätyräystäät	päätyräystäät (päätyräystäsrunkojen asennus)	+	+
räystään otsalaudat	räystään otsalaudat pohjamaalattu	+	+
Terassi	Terassi		
ruodelaudoitus (konesaumapellille)	ruodelaudoitus (konesaumapellille)	+	+
tuuletusrima	tuuletusrima	+	+
aluskate	aluskate	+	+
kattokannattimet	kattokannattimet	+	+
yläpuolen laudoitus	yläpohjan alapinnan laudoitus	+	+
palkit	palkit	+	+
pilarit	pilarit	+	+
ikkunat ovet	ikkunat (karmitiivistyksellä) ovet	+	+
Rahdit	Rahdit	+	
Nostot	Nostot	+	
Telineet	Telineet	+	
Tarvikkeet	Tarvikkeet (naulat ja ruuvit)	+	
	Vertailun ulkopuoliset lisät		
HINTA 68604 €			

Hintojen muodostuminen pitkästä tavarasta laskettaessa jälleenmyyjien hintojen ja tarjousten perusteella.

- Materiaalikustannukset alv 24% 34551€
- Työkustannukset (sis.sos.kust, työkalukust, rahti. ym.) 34053€

Työaikaa RATU- menekkien perusteella kuluu noin 52 työvuoroa kahdella rakennusmiehellä, jonka mukaan työkustannukset on laskettu. Hintaan sisältyy sosiaaliskustannukset, lomakorvaukset, työkalukustannukset ja erillinen palkanliisa. Keskimääräinen palkka kahdella miehellä on laskettu 18 €/tunti. Laskelmas- ta puuttuu kuitenkin työmaajohdon sekä vakuutuksien hinta.

6.4 Rakenteiden materiaali ja työkustannukset

Taulukossa 9 on esiteltynä hintojen jakautuminen rakenteittain. Kalleimmaksi rakenteeksi muodostuivat ulkoseinät. Hintoihin ei sisälly LVIS- materiaaleja tai töitä.

Taulukko 9. Kustannuksien jakaantuminen rakenteittain

ulkoseinä	12334€
ulkoseinän työkustannus	19868€
yläpohja (sis. kattotuolit 24kpl 2976€, puhallusvilla 2641€)	8678€
yläpohjan työkustannus	9023€
ikkunat ja ovet (15 ikkunaa 3 ovea)	9996€
ikkunoiden ja ovien työkustannus	1133€
terassi (alapohja sekä yläpohja)	3543€
terassin työkustannus	3995€

Tarkemmat työkustannuksien ja materiaalien erittelyt rakenteittain on esitelty liitteissä 1-2.

6.5 Tarjouksien yhteenveto

Taulukkoon 10 on koottu tarjouksien eroavaisuudet asennus- ja materiaalisäl- löltään.

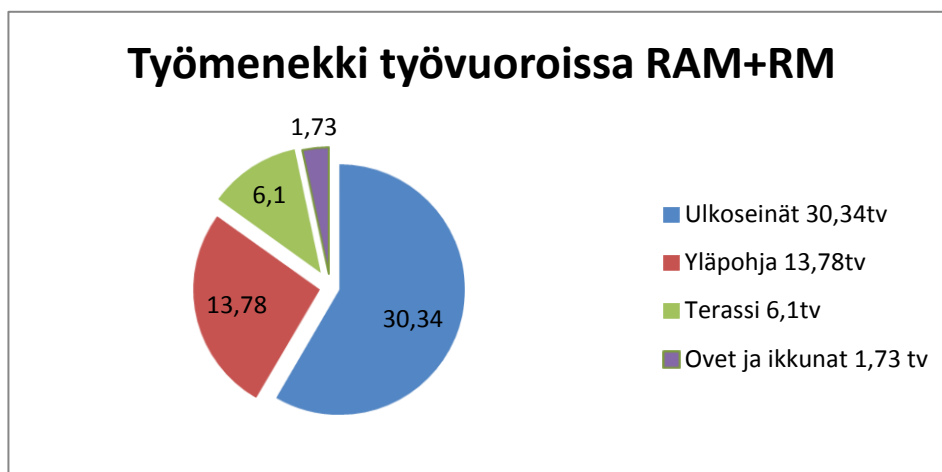
Taulukko 10. Tarjouksien yhteenveto

	Suurele- mentti 1	Suurele- mentti 2	Pre-cut 1	Pre-cut 2	Pitkä tavara
Hinta	75310€	70150€	63975 €	78169€	68604€
Asennussisäl- lön eroavaisuus lähtökohtaan	<ul style="list-style-type: none"> • räystään otsa- laudat • yläpohjan alapinnan lau- doitus terassi • yläpohjan eristeet 100mm villan osalta • pitkien sivujen yläosien levytys ja vuorilaudoitus 	<ul style="list-style-type: none"> • yläpohjaeristeiden tuulensuojalevy- kaista • sivuseinien yläosan puuver- hous irrallaan • ikkunoiden smyygit, vuori- laudat ja nurkka- laudat • yläpohjan eristeet • höyrynsulku • sisäkaton ruoteet 	<ul style="list-style-type: none"> • yläpohjan eristeet • sisäkaton ruoteet • ulkoseinän kipsi- levy (sisäpuoli) • ulkoseinän eristeet 50mm • pystykoolaus • tuuletusrako ul- koseiniin • ulkoverhouslauta • ikkunoiden smyy- git, vuorilaodat ja nurkkalaodat • yläpuolinen räys- täslautoitus (avo- räystä) • päätyräystäät • räystään otsa- laudat <p>Terassi</p> <ul style="list-style-type: none"> • ruodelautoitus (konesaumapellil- le) • tuuletusrima • aluskate • kattokannattimet • yläpuolen laudoi- tus • palkit • pilarit 	<ul style="list-style-type: none"> • ulkoseinän kipsi- levy (sisäpuoli) • ulkoseinän eris- teet 50mm • pystykoolaus • ulkoverhouslauta • ikkunoiden smyy- git, vuorilaodat ja nurkkalaodat • alapuolinen räystäslautoitus • yläpohjan alapuo- len laudoitus te- rassi 	<ul style="list-style-type: none"> • työmaa- johto • vakuutus- maksut • Suunni- telmat
Tarjouksen ma- teriaali sisällön eroavaisuus läh- tökohtaan		<ul style="list-style-type: none"> • yläpohjan eristeet • höyrynsulku • sisäkaton ruoteet • telineet 			

6.6 Tulosten analysointi

Tulosten analysointi oli hankalaa asennussisältöjen ollessa erilaisia, kuitenkin materiaalisällöt olivat pääsääntöisesti samalla tasolla. Vertailussa selvisi, että asennussisällöltään ja materiaalisällöltään melkein samalla tasolla oleva suurelementtirakenteinen talo on noin 10 % kalliimpi kuin pitkästä tavarasta rakennettaessa. Pre-cut-menetelmällä rakennettaessa hintataso on hieman kalliimpi tai lähes samalla tasolla suurelementteihin verrattuna, mikäli arvioidaan asennussisällöt samalle tasolle käytettynä Talo 90:n mukaisia työmenekkien laskelmia (liite 2.). Kuitenkin rakenteiden paksuuksissa ja asennustavoissa on eroja, joita kannattaa miettiä valittaessa itselleen parasta menetelmää.

Pitkästä tavarasta rakennettaessa eniten aikaa vievä rakennusosa oli ulkoseini- en tekemiseen ja eristykseen kuluva aika. Kahdella rakennusmiehellä aikaa kuluisi noin 31 työvuoroa, joka on noin 59 % kokonaisajasta ja huomattava kulu- era työkustannuksien muodostumisessa. Toisena aikaa vievistä rakenteista on yläpohjan rakentaminen, mikä kestäisi noin 14 työvuoroa, eli 27 % kokonais- työajasta. Terrassin rakentamisessa sekä ikkunoiden ja ovien asennuksessa yhteenlaskettu aika on noin 8 työvuoroa. Kokonaisaika paikalla rakennettaessa oli 52 työvuoroa (kuva 6).



Kuva 6. Työmenekki työvuoroissa mitattuna.

Voidaan siis todeta, että rakennusmenetelmistä suurelementtitapa on nopein ulkoseinien pystytyksen osalta. Arvioitu aika on 1-2 päivää ulkoseinien pystytyksessä, ja RATU-menekkitietojen mukaan yläpohjaan menevä aika on noin 14 työvuoroa. Kuitenkin kaikilla toimittajilla on omat aikatavoitteensa. Seuraavaksi nopein on pre-cut-menetelmä, johtuen valmiiksi oikeisiin mittoihin lyhennetyistä ja lovetuista runkotavarasta sekä alajuoksuihin ja runkotalppiin merkityistä paikoista. Pitkästä tavarasta rakennettaessa kaikki työ tapahtuu työmaalla, mikä lisää kustannuksia työmenekkien kasvaessa.

Tarjouksien pohjalta vertailussa tullut huomio ulkoseinissä oli tuulensuojalevyjen vaihteluissa oleva ero. Toisissa oli kipsilevypohjainen tuulensuojalevy, toisissa taas puukuitueristeinen levytys.

Rakenteiden laatuun en tässä työssä kiinnittänyt tarkemmin huomiota, koska tavoitteena oli selvittää rakennusmenetelmien kustannuksia ja ajallista menekkiä. Kuitenkin haluttaessa energiatehokkaaseen ratkaisuun on kiinnitettävä huomiota ilmatiiviyteen, joka saavutetaan työteknisillä menetelmillä ja hyvällä rakentamistavalla, suunnittelulla sekä materiaaleilla. U-arvon saamiseksi on selvitettävä rakennusmateriaalien tekniset ominaisuudet sekä paksuudet, mitä pienemmäksi luku saadaan, sen energiatehokkaammaksi rakennus saadaan. Tarjouspyyntövaiheessa kannattaa kysyä talotoimittajilta myös tehtyjä energiatodistuksia ja ilmavuotomittauksia toimittajien rakenteille.

Huomioitavia asioita ovat myös kuinka paljon haluaa osallistua rakentamiseen ja kuinka paljon omalle työlle antaa arvoa. Oman työn osuus voi olla jopa 30 % hankkeen kustannuksista, kuitenkin on huomioitava, että täytyy olla osallisena rakentamisessa tiiviisti ja on oltava taidoiltaan ammattitaitoinen. (Lindholm, 2009, 13.)

Talopakettien valitsemisessa on hyötynä oman työn ja vastuun väheneminen. Vaihtoehtoja rakennusmenetelmille on monia, kuin myös valmiusasteita rakennukselle. Otettaessa materiaali- ja asennussisällöltään kattava tarjous, asiakas säästyy monelta aikaa ja resursseja vievältä vaiheelta. Esimerkiksi vastuu rakentamisesta sekä määrävastuu siirtyy tarjoajalle. Lisäksi riskit työvoiman palkkaamisen suhteen siirtyvät tarjoajalle. Työturvallisuuden järjestäminen on yleensä tarjoajan vastuulla. Suurin huolenaihe tilaajalla on maksujen suorittami-

nen tarjoajalle rakennushankkeen edetessä. On muistettava, että päätös omakotitalon rakentamisesta on suurimpia rahallisia päätöksiä ja on mietittävä kuinka helppoa siitä haluaa itselleen tehdä.

7 Pohdinta

Aiheena kustannusvertailu oli mieluinen itselleni, varsinkin kun sain tehdä työn tilaajan käyttöön. Tulosten analysointi osoittautui vaikeaksi, koska eroavaisuuksia tuli tarjouksissa eniten asennussisällöissä ja jokaisella tarjoajalla on omat hinnastonsa töilleen ja materiaaleilleen. Täsmälleen samanlaisia tarjouksia ei siis voinutkaan odottaa. Omassa työskentelyssä virheelliseksi tavaksi huomasin tarjouspyyntöjä tehdessä suullisen läpikäymisen sisällön suhteen, kirjallisena tehtynä olisin luultavasti saanut tasavertaisempia tarjouksia ja täten täsmällisempiä tuloksia. Talotehtailla on kuitenkin vakioituja toimitussisältöjä, joihin on yleensä vaikea tehdä muutoksia.

Rakennettaessa kyseisillä menetelmillä tulee eteen monia kysymyksiä. Kun rakennetaan pitkistä tavarasta, pitävätkö alustavat laskelmat paikkaansa työn ja materiaalien suhteen vai onko odotettavissa ylimääräisiä kustannuksia, joihin ei välttämättä ole varautunut. Lisäksi työn edistymisen valvominen lisää omaa panosta rakennettaessa pitkistä tavarasta. Mietittäessä suurelementtejä, on pohdittava pystyykö olemaan täysin varma rakenteiden laadusta, kun ei voi nähdä enää rakenteen sisään. Kuinka eristys ja tiivistys on tehty ja kuinka rakenteiden liittäminen työmaalla toisiinsa tehdään hyvin ja tiiviisti. Joihinkin suurelementteiksiin voi päästä katsomaan valmistusprosessia nähdäkseen kuinka elementit valmistetaan. Kyseisiä kysymyksiä ja monia muita voi tulla vastaan ryhtyessä rakennusprojektiin.

Kustannusvertailun tuloksista voi päätellä kuitenkin, että rakennusmenetelmistä paikalla rakennetulla menetelmällä on kustannuksiltaan halvin tapa rakentaa.

Muihin menetelmiin verrattuna ajallisesti kuitenkin pisin ja vaatii myös omaa panosta rakennusprojektiin. Aikataulullisesti ja laadullisesti jokaisella on oma visionsa rakennuksen valmistumisen suhteen ja valitsee menetelmän sen perusteella.

Opinnäyteyössä eniten aikaa vievä osuus oli menekkien laskeminen niin materiaaleille kuin työlle sekä taulukoiden tekeminen listatakseni materiaalit ja työmenekit. Tekemästäni työstä opin yleisesti kustannuksien muodostumisen omakotitalojen eri rakenteissa.

Jatkokehittelynä aiheesta voisi olla energiatehokkuuden ja ilmanvuotolukujen vertailu ja näiden erojen vaikutus kustannuksiin pitkällä aikavälillä rakenteita valittaessa ja tarjouspyyntöjä tehtäessä.

Lähteet

- Haahtela Y & Kiiras J, 2013. Talonrakennuksen kustannustieto 2013. Helsinki: Haahtelakehitys Oy
- Karjalainen, M. 2013. Puurakentamisen asema Suomessa.
<http://www.puuinfo.fi/modernit-puukaupungit/puun%20asema%20rakentamisessa>. [15.1.2014]
- Lindholm, M. 2009. Kustannushallinta rakennushankkeessa. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.
- Pajakkala, P. 2013. Rakennuskustannusten ja tarjoushintojen vuosimuutos.
<http://www.puupaiva.com/sites/default/files/slides/Rakentamisen%0suhdanne-ennuste.pdf>. [15.1.2014]
- Pientalorakentajan perustieto, 2009, <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeet-ja-tuotteet/pientalot/pientalot/pientalorakentajan-perustieto-2-2.pdf>. [15.1.2014]
- Puuinfo.fi, 2010a. Puutuotteiden CE-merkintä laajenee.
<http://www.puuinfo.fi/ajankohtaista/puutuotteiden-ce-merkinta-laajenee>. [15.1.2014]
- Puuinfo.fi, 2010b. Hyvä tietää puusta. Perustietoa puusta.
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/tee-se-itse/ohjeita-omatoimirakentajille/hyva-tietaa-puusta/hyva-tietaa-puusta-web.pdf>. [15.1.2014]
- Puuinfo.fi, 2012. Puurakenteen U-arvon määrittäminen.
<http://www.puuinfo.fi/rakentaminen/mitoitushjelmat/puurakenteen-u-arvon-maarittaminen>. [15.1.2014]
- Rakennusmääräyskokoelma C3,2010. Rakennuksen lämmöneristys, määräykset
http://www.ym.fi/fiFI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma. [15.1.2014]
- RT 12–11055, 2011. Rakennuksen pinta-alat.
<https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/5guoZSPW8%3A%2447%2411055%2446%24pdf.0.0.5gunJ4yOi%3A%2447%24handlers%2447%24net%2447%24statistics%2495%24download%2495%24pdf%2446%24stato.5gv06pzjY%3AC1-105737/11055.pdf>. [15.1.2014]
- Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy, 2013. Isover puhallusvilla.
<http://www.isover.fi/tuotteet/rakennuseristeet/puhallusvilla/2536/isover-puhallusvilla>. [15.1.2014]
- Sepa Oy, 2013. Harjaristikko. <http://www.sepa.fi/tarjouspyynto2.php?r=harja>. [15.1.2014]
- Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy
- VTT, 2003. Rakennus ja yhdyskuntatekniikka. Miten saavutetaan savupiipulle riittävä paloturvallisuus
<http://www.rte.vtt.fi/webdia/oljylampo/opastus/faq.asp?Viite1=OF145>. [15.1.2014]
- Ympäristöhallinto, 2013. Rakennuksen energiatodistus. http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennuksen_energia_ja_ekotehokkuus/Rakennuksen_energiatodistus. [15.1.2014]
- Ympäristöministeriö, 2013. Suomen rakentamismääräyskokoelma. http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma. [15.1.2014]

Täytä keltainen kohta

ALV%24

RIITTÄÄ KUN TÄYTTÄÄ VAIN YKSIKÖHINNAN (€/x) KOHDAN. KATSO OIKEA YKSIKÖ m2, jm, kpl tai m3

KAIKKI YHTEENSÄ

KOKONAISMENEKKI= (m2, jm, kpl) x hukka%

ULKOSEINÄ						Kokonaismenekki		
Materiaali	m2	jm	kpl	hukka%	TALO 90 hukka	m2	jm	kpl
13mm kipsilevy GEK 13 (h= 3000mm)	160			10	8...15	176,0	0	48
48x48mm vaakakoolaus		378		10	5...10	0,0	415,8	0
HS muovi	177,3	56		15		203,9	64,4	3
48x198 pystyrunko+ikkunakierto		487		10	5...15	0,0	535,7	0
25mm tuulensuojalevy (puukuitu) 3000mm levy	230			10	7...13	253,0	0	70
22x100mm pystykoolaus		537		10	5...10	0,0	590,7	0
23x145mm UTV vaaka ulkoverhous pohja+välimal.		1748		10	5...15	0,0	1922,8	0
smyygit, reunalaudat		230		10		0,0	253	0
						0,0	0	0
yläsidepuu 48x198		61		10	5...15	0,0	67,1	0
yläjuoksu 48x198		61		10	5...15	0,0	67,1	0
alasidepuu 48x198 painekyllästetty		60		10	5...15	0,0	66	0

m2			jm			kpl		
€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)
	0,00	0,00		0,00	0,00	13,69	814,83	657,12
	0,00	0,00	0,64	329,98	266,11		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00	63,2	235,10	189,60
	0,00	0,00	2,71	1800,17	1451,75		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00	23,05	2000,74	1613,50
	0,00	0,00	0,44	322,29	259,91		0,00	0,00
	0,00	0,00	1,62	3862,52	3114,94		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,96	301,17	242,88		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
	0,00	0,00	2,71	225,48	181,84		0,00	0,00
	0,00	0,00	2,71	225,48	181,84		0,00	0,00
	0,00	0,00	3,78	309,36	249,48		0,00	0,00
	0,00	0,00		7376,44	5948,75		3050,67	2460,22

YLÄPOHJA						Kokonaismenekki		
Materiaali	m2	jm	kpl	hukka%	TALO 90 hukka	m2	jm	kpl
Kattoruode 25x100		1600		10	5...10	0,0	1760,0	0,0
Korokerima 25x100 (halkaistaan työmaalla)		154		10	5...10	0,0	169,4	0,0
Aluskate	286			10		314,6	0,0	6,0
Kattokannattimien jäykistykseen 22x100 p/yl		300		10	5...15	0,0	330,0	0,0
HS muovi (4 kaistaa kattoon. Kaistan leveys=3m)	218,4	72,8				218,4	72,8	0,0
Yläpohjan koolaus 48x48		450		10	5...10	0,0	495,0	0,0
Sisäverhouspaneli 15x120 STV valkolakattu	170	1500		15	15...30	195,5	1725,0	0,0
Poikaset 48x98		137		10	5...15	0,0	150,7	0,0
Yläpuolinen räystäslaudoitus 23x95 UTV		1063		10	5...15	0,0	1163,3	0,0
päätyräystäät 21x120 HSP		164		10	5...15	0,0	180,4	0,0
						0,0	0,0	0,0
						0,0	0,0	0,0

m2			jm			kpl		
€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)
	0,00	0,00	0,55	1200,32	968,00		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,55	115,53	93,17		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00	28,7	213,53	172,20
	0,00	0,00	0,44	180,05	145,20		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,64	392,83	316,80		0,00	0,00
	0,00	0,00	1,64	3507,96	2829,00		0,00	0,00
	0,00	0,00	1,4	261,62	210,98		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,84	1217,94	982,21		0,00	0,00
	0,00	0,00	0,96	214,75	173,18		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
	0,00	0,00		7091,00	5718,55		213,53	172,20

KATOKSET/TERASSIT						Kokonaismenekki			m2			jm			kpl		
Materiaali	m2	jm	kpl	hukka %	TALO 90 hukka	m2	jm	kpl	€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)
Puupilarit 115x115mm n.3000 14kpl			42	5	5...15	0,0	44,1	15,0		0,00	0,00		0,00	0,00	25,5	474,30	382,50
Liimapuupalkki 115x225 GL32			29	5	5...15	0,0	30,5	0,0		0,00	0,00	19,64	741,57	598,04		0,00	0,00
Sahatavara mit. 48x123			70	10	5...15	0,0	77,0	0,0		0,00	0,00	1,72	164,23	132,44		0,00	0,00
Ruodelaudoitus 25x100			370	10	5...10	0,0	407,0	0,0		0,00	0,00	0,55	277,57	223,85		0,00	0,00
21x95 UTV katon alapuolinen laudoitus	32		384	10	5...15	35,2	422,4	0,0		0,00	0,00	0,83	434,73	350,59		0,00	0,00
Terassin alapohjan runkotavara 50x150 painek.			152	10	5...15	0,0	167,2	0,0		0,00	0,00	2,88	597,10	481,54		0,00	0,00
Terassin laudoitus 28x98 painek. Ruskea	52		520	10	5...15	57,2	572,0	0,0		0,00	0,00	1,19	844,04	680,68		0,00	0,00
Terassin räystäslauta 23x95 UTV			310	10	5...15	0,0	341,0	0,0		0,00	0,00	0,83	350,96	283,03		0,00	0,00
Päätyräystäät 21x120 HSP			67,6	10	5...15	0,0	74,4	0,0		0,00	0,00	0,36	88,52	71,39		0,00	0,00
						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
kevytsorapilariharkot 240x240x190				56	4...8	0,0	0,0	58,2		0,00	0,00		0,00	0,00	1,69	122,05	98,43
						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
										0,00	0,00		3498,72	2821,55		596,35	480,93

TARVIKKEET						Kokonaismenekki			m2			jm			kpl		
Materiaali	m2	jm	kpl	hukka %	TALO 90 hukka	m2	jm	kpl	€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)
kulmarauta vahvistettu			48	5		0,0	0,0	50,4		0,00	0,00		0,00	0,00	0,84	52,50	42,34
pu-vaahtoa sopivasti						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
nauloja riittävästi						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
ruuveja riittävästi						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
niilit						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
surrilangat						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
pilarikangät			14	7		0,0	0,0	15,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
naulalevyt pilarien ja palkkien kiinnitykseen			28	7		0,0	0,0	30,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
HS teippi		270		10		0,0	297,0	12,0		0,00	0,00		0,00	0,00	9,25	137,64	111,00
palkkikengät 50x150 rungolle terassiin			44	5		0,0	0,0	46,2		0,00	0,00		0,00	0,00	1,47	84,21	67,91
						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
						0,0	0,0	1,0		0,00	0,00		0,00	0,00	300	372,00	300,00
										0,00	0,00		0,00	0,00		646,35	521,25

ERISTEET						Kokonaismenekki			m2			jm			kpl		
Materiaali	m2	jm	kpl	hukka %	TALO 90 hukka	m2	jm	kpl	€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)
Ulkoseinän eriste k600 paksuus 200mm KL-33	170			5	2.7	178,5	0,0	0,0	15,56	3444,05	2777,46		0,00	0,00		0,00	0,00
Sisäpuolen eriste k600 paksuus 50mm KL-33	160			5	2.7	168,0	0,0	0,0	4,65	968,69	781,20		0,00	0,00		0,00	0,00
Yläpohjan puhallusvilla	184			1	0.5	185,8	0,0	92,0		0,00	0,00		0,00	0,00	28,7	3274,10	2640,40
solumuovi sokkelin yläpinta		58		10		0,0	63,8	2,0		0,00	0,00		0,00	0,00	31,2	77,38	62,40
Radonkaista		58		10		0,0	63,8	3,0		0,00	0,00		0,00	0,00	40,6	151,03	121,80
Alapohjan eristys EPS routa 70mm	518			2	2.7	528,4	0,0	0,0	4,72	3092,39	2493,86		0,00	0,00		0,00	0,00
Sokkelin sisäpuolinen eristys EPS 70mm	56	56		2	2.7	57,1	57,1	0,0	3,98	281,90	227,34		0,00	0,00		0,00	0,00
Sokkelin patolevy		58		10		0,0	63,8	3,0		0,00	0,00		0,00	0,00	28,35	105,46	85,05
patolevynlista		58		10		0,0	63,8	32,0		0,00	0,00		0,00	0,00	2,5	99,20	80,00
Bitumikermi vedeneristys sokkelin ulkopinta		58		12	12..17	0,0	65,0	9,0		0,00	0,00		0,00	0,00	28,9	322,52	260,10
Bitumikaista sokkelin alapinta		58		10	12..17	0,0	63,8	4,0		0,00	0,00		0,00	0,00	7,15	35,46	28,60
						0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
									7787,02	6279,86		0,00	0,00		4065,15	3278,35	

LAPOHJA/ANTURAT/SOKKE						Kokonaismenekki				m2			jm			kpl			m3				
Materiaali	m2	jm	kpl	m3	hukka %	TALO 90 h	m2	jm	kpl	m3	€/m2	ALV (24%)	ALV (0%)	€/jm	ALV (24%)	ALV (0%)	€/kpl	ALV (24%)	ALV (0%)	€/m3	ALV (24%)	ALV (0%)	
Maanvarainen betonilaatta 80mm	172,5			13,8		1	174,2	0,0	0,0	13,9		0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	150	2592,47	2090,70	
Sokkelin kevytsoraharkot 200x590x190			500			2	4,8	0,0	0,0	510,0	5,0		0,00	0,00		0,00	2,19	1384,96	1116,90		0,00	0,00	
Anturabetoni b=500 h=200		57		5,7		1	1,8	0,0	57,6	0,0	5,8		0,00	0,00		0,00		0,00	0,00	130	928,03	748,41	
Slamkaus 2x men. 2kg/m2/mm----> 2mm kerospa	114		460			10	10..20	125,4	20,0	506,0	0,0		0,00	0,00	9,38	232,62	187,60		0,00	0,00		0,00	0,00
betonilaatan rauditusverkko klk 150	172,5					10	15..17	189,8	0,0	35,0	0,0		0,00	0,00		0,00	7,75	336,35	271,25		0,00	0,00	
Anturaraudoitus 2x10mm +hakasteräksset b500k		150				15	15..17	0,0	172,5	30,0	0,0		0,00	0,00		0,00	3,02	112,34	90,60		0,00	0,00	
sokkelin rauditus 8mm b500k		410				15	15..17	0,0	471,5	80,0	0,0		0,00	0,00		0,00	2,05	203,36	164,00		0,00	0,00	
tartuntateräksset 6mm b500k		17,3				15	15..17	0,0	19,9	3,0	0,0		0,00	0,00		0,00	1,27	4,72	3,81		0,00	0,00	
Harkkolaasti 4-7kg/harkko kpl=kg listalla			2550			5	5..10	0,0	3,0	2677,5	0,0		0,00	0,00	61,5	228,78	184,50		0,00	0,00		0,00	0,00
Anturabetoni terassien pilareille				0,7		1	1,8	0,0	0,0	0,0	0,7		0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
								0,0	0,0	0,0	0,0		0,00	0,00		0,00		0,00	0,00		0,00	0,00	
kertakäyttölava			9					0,0	0,0	9,0	0,0		0,00	0,00		0,00	9,94	110,93	89,46		0,00	0,00	
												0,00	0,00		461,40	372,10		2152,66	1736,02		3520,50	2839,11	

				lattia m2	katto m2	seinä m2	räystä j/m		
puurunkotyö	tth/m2		menekki	173,00	229,00	173,00	80,00		
Puurunkotyö	tth/m2								
Runko k600 lisäko	0,51			0,51					
Yläpohjan koolaus	0,45			0,45					
Vesikattorakenteet									
kattopalkit	0,18			0,18					
räystäsrakenne	0,42	tth/jm					0,42		
Harvalauditus	0,13				0,13				
1-kert. Koolaus ja p	0,39					0,39			
				1,14	0,13	0,39	0,42		
Työmenekin vaikutusmääräkerroin				1,00	1,00	1,00	1,00		
Korjattu Työvuoroaika T3= 0,14x1,0=		1,14		197,22	29,77	67,47	33,60		
TL3-lisäaikakerroin				1,15	1,15	1,15	1,15		
Kokonaisaika T4				226,80	34,24	77,59	38,64		
RAM ja RM 2x8tth=16tth/tv									
tth/kg/16tth/tv				14,18	2,14	4,85	2,42	yhteensä	23,58 tv
kustannukset				7062,65	1066,09	2416,17	1203,25	yhteensä	11748,16 €

				lattia m2	seinä m2	katto m2	perustus m2		
Lämmöneristys	tth/m2		menekki	173,00	173,00	173,00	57,00		
Lämmöneristys	tth/m2								
Puhallusvillaeristys									
Kaluston valmistelu	1,00	tth/rak							
Puhallusvillaeristys (0,01)	0,02					0,02			
Lämmöneristyslevy asennus									
k600 levytys	0,06				0,64				
k600 levytys sisäpuoli	0,06				0,64				
Höyrynsulku seinä	0,02				0,02				
Höyrynsulku katto	0,03					0,03			
Routalevyn asennus peru	0,14						0,14		
Pinnan tasaus ja levyjen l	0,13			0,13					
Siivous	0,01			0,01					
Kaluston purku	1,00	tth/rak							
				0,13	1,30	0,05	0,14		
Työmenekin vaikutusmääräkerroin				1,05	1,05	1,05	1,05		
Korjattu Työvuoroaika T3= 0,11x1,15=		0,00		23,80	236,15	10,90	8,62		
TL3-lisäaikakerroin				1,10	1,10	1,10	1,10		
Kokonaisaika T4				26,18	259,76	11,99	9,48		
RAM ja RM 2x8tth=16tth/tv									
tth/kg/16tth/tv				1,64	16,23	0,75	0,59	Yhteensä	19,21 tv
kustannukset				815,11	8088,91	373,40	295,21	Yhteensä	9572,64 €

Ovi- ja ikkunatyö	tth/ovi/ikkuna	menekki	ovi	12x12	keskikokoinen ikkuna		
			3,00	9,00	5,00		
Ovi- ja ikkuna	tth/m2						
siirrot	0,08		0,08				
Ulko-ovet karmitus	0,85		0,85				
tilkitseminen	0,20		0,20				
ikkuna 12x12 karmi	0,55			0,55			
tilkitseminen	0,15			0,15			
keskikokoinen ikku	0,80				0,80		
tilkitseminen	0,20				0,20		
			1,13	0,70	1,00		
Työmenekin vaikutusmääräkerroin			1,15	1,15	1,15		
Korjattu Työvuoroaika T3= 0,11x1,15=		0,00	3,90	7,25	5,75		
TL3-lisäaikaeroin			1,10	1,10	1,10		
Kokonaisaika T4			4,29	7,97	6,33		
RAM ja RM 2x8tth=16tth/tv							
tth/ovi/16tth/tv			0,27	0,50	0,40	Yhteensä	1,16 tv
kustannukset			133,54	248,17	196,96	Yhteensä	578,67 €

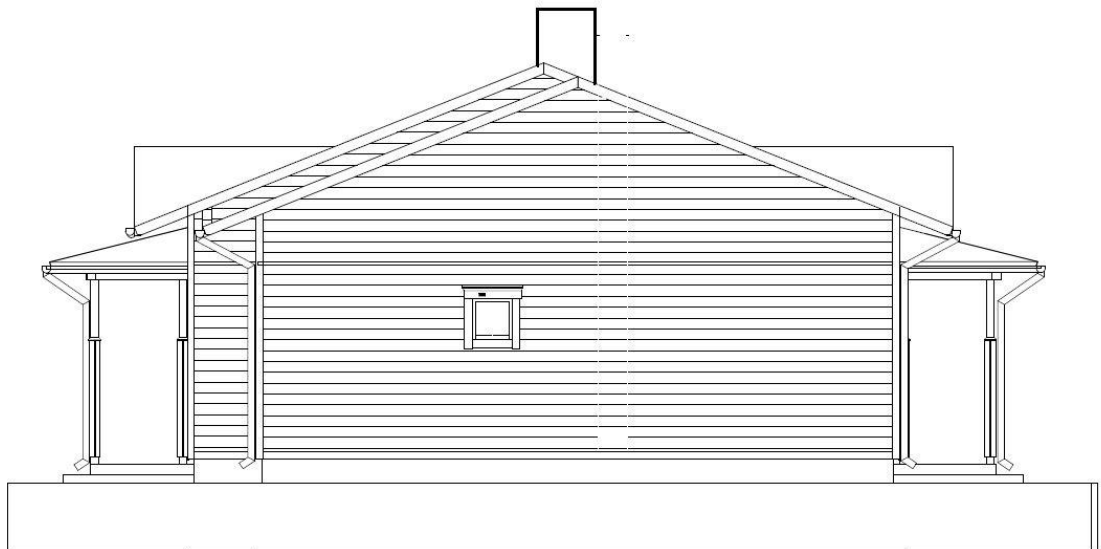
Terassi	tth/m2	menekki	lattia m2	katto m2	räystäsrakenne jn	pilarit kp	palkit kpl		
			45,00	34,00	34,00	14,00	8,00		
Terassi	tth/m2								
Kattopalkit	0,18			0,18					
Alapohjan koolaus	0,22		0,22						
Umpilaudoitus	0,21		0,21						
Yläpohjan koolaus	0,45			0,45					
Panelointi	0,51			0,51					
Harvalaudoitus	0,13			0,13					
Räystäsrakenne	0,42 tth/jm				0,42				
Pilarit	0,30 tth/kpl					0,30			
Palkit	0,30 tth/kpl							0,30	
			0,43	1,27	0,42	0,30	0,30		
Työmenekin vaikutusmääräkerroin			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		
Korjattu Työvuoroaika T3= 0,11x1,15=		0,47	21,29	47,50	15,71	4,62	2,64		
TL3-lisäaikaeroin			1,10	1,10	1,10	1,10	1,10		
Kokonaisaika T4			23,41	52,25	17,28	5,08	2,90		
RAM ja RM 2x8tth=16tth/tv									
tth/m2/16tth/tv			1,46	3,27	1,08	0,32	0,18	yhteensä	6,31 tv
kustannukset			729,10	1627,00	538,06	158,25	90,43	yhteensä	3142,84 €

Telinevuokrat ALV 24 €/7pv			menekki	ritilä 114,00	jokka 135,00	salko 102,00
Telinevuokrat			€/7pv			
Ritilä		0,248		0,248		
Salko		0,148			0,148	
Jokka		0,148				0,148
				0,248	0,148	0,148
kustannukset €/7pv						
Telineet				28,27	19,98	15,10
Yhteensä						63,35 €
vk	x	€/7pv				
6,00		63,35				380,09 €

Rahti ALV 24%		€/yks	menekki	rahti kpl 8,00	nosto h 4,00
Rahti/Nostot		€/yks			
Rahti	75,000	€/rahti			
Nostot	75,000	€/h		75,00	75,000
				75,000	75,000
kustannukset €					
Rahti				600,00	
Nostot					300,00
yhteensä					900,00 €

KESKITUNTIANSIO KAHDELLA MIEHELLÄ		SOSIAALIKULUT	TYÖKALUKORVAUKSET
esim RAM 17€/h RM 14€/h		73 %	Kirvesmiehelle 1,68 € pv
(17+14)/2=15,5		(100+73)/100=1,73	Muille työntekijöille 1,01 € pv
täytä tämä kohta		täytä tämä kohta	
18		1,73	1,68
ERILLINEN PALKANOSA			LOMARAHAA
Työntekijälle maksetaan arkipyhäkorvauksena ja työajanlyhennysrahana erillistä palkanosaa 7,7 % jokaisen palkanmaksun yhteydessä.			Lomarahaa suuruus on 18,5 % laskettuna työssäoloajalta maksetusta palkasta
1,077			1,185

Määrälaskennan piirustukset



Lähde: Väättäinen J. 2013. Taloppiirustukset.

